

источнику постоянного тока, создавалось однородное электрическое поле в объемной электролитической ванне, куда погружалась графитовая модель. Измерения первичного и вторичного электрических полей проводились двумя приемными неполяризуемыми электродами, расположенными над моделью. Результаты экспериментальных работ представлены на рис. 3.

На рис. 3а изображены графики переходной характеристики ВП F и ее производной ΔF , полученные при пропускании одиночных импульсов тока изменяющейся длительности (τ) и измерении поля ВП после выключения каждого импульса в момент $(1 \div 16)\tau$, где $\tau = 2^k c$, $k=0, 1, \dots, 11$, и построенные в полулогарифмическом масштабе. По результатам этих измерений абсцисса максимума производной переходной характеристики по логарифму времени T_0 , характеризующая текстурные особенности исследуемой модели, составляет порядка 100 с.

На рис. 3б изображены графики второй производной ПХ ВП $\Delta\Delta F$, полученные следующим временным режимом наблюдений: $t_+ = 16\tau$, $t'_- = 0$, $t_- = 8\tau$, $t = 8\tau$, при этом $T = 16\tau$, $m = 1$.

С целью получения второй производной ПХ ВП по десятичному логарифму времени, наблюдаемые значения вторичного электрического поля разделены на коэффициент времени. Смена знака $\Delta\Delta F$ происходит при $T_0 = 95$ с, что уточняет абсциссу максимума производной ПХ ВП и подтверждает справедливость вышепредставленных выражений.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН АрмССР

Поступила 22.IX.1986.

ЛИТЕРАТУРА

1. Комаров В. А. Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980. 391 с.
2. Кормильцев В. В. Переходные процессы при вызванной поляризации. М.: Наука, 1980. 112 с.
3. Матевосян А. К. Авторское свидетельство СССР № 1179243. Способ геоэлектроразведки, 1985. Бюллетень изобретений № 34.
4. Шаповалов О. М., Черныш В. Ю., Кузьмичев В. В. Метод производной вызванной поляризации и его практическое применение. — В кн.: Методы разведочной геофизики, Л.: НПО, Геофизика, 1976, вып. 26, с. 86—95.
5. Шерешевский С. Н., Литмансвич Я. Л. Интерпретация результатов работ методом ВП с использованием спектрального разложения временных характеристик. — 3 кн.: Методы разведочной геофизики. Наземные варианты электрогазведки импульсными полями при поисках рудных месторождений. Л.: НПО «Рудгеофизика», 1983, с. 3—12.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL, № 1, 63—66, 1987

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК 552.08:53 (03)

Г. М. АВЧЯН, Г. В. МАРКОСЯН

ПРОГНОЗ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗРУШЕНИЯ ПОРОД

Оценка направления будущего разрушения сплошности пород при объемно-напряженном состоянии является одной из главных проблем в геологии, геофизике, строительстве, т. е. в тех областях, где горная порода и ее устойчивость к механическим напряжениям является основным объектом исследования.

В настоящее время разработаны акустические, электро-магнитные, радиоактивные и другие методы прогноза напряжения и времени разрушения. Эти методы основаны на регистрации различных предвестников разрушения, обусловленного повышением напряжения и изменением физико-механических параметров среды. Однако указанными методами направление образования магистральной трещины, по которой происходит нарушение сплошности среды, почти не прогнозируется или эффективность прогноза не высока. В частности, по абсолютным значениям скорости упругой продольной волны v_p , поперечной волны v_s и по их поглощению определяется плоскость напластования, которая может стать плоскостью нарушения сплошности среды, если силы направлены параллельно напластованию. Для магматических и осадочных пород, когда силы для последних направлены перпендикулярно слоистости, плоскость нарушения сплошности имеет произвольное направление. В этом случае наиболее вероятным направлением нарушения сплошности считается направление максимального значения $v_{p, \max}$ [3]. Расположенные по этому направлению трещины являются благоприятными элементами для соединения между собой и образования плоскости нарушения сплошности. Однако данное решение также не является однозначным. Имеются различные геолого-геофизические факторы, приводящие к аналогичному распределению акустических параметров [1]. В случае незначительной вторичной трещиноватости распределение скорости претерпевает существенное изменение, затрудняющее определение по акустическим параметрам даже начальной слоистости пород.

С целью установления наличия связи между направлением разрушения породы и ее возрастом, составом, структурно-текстурными и другими особенностями, были испытаны 66 образцов различного состава (базальты, андезиты-базальты, фельзиты, туфы, песчаники) и возраста (меловые, юрские, палеогеновые, четвертичные).

В образец кубической формы размером $24 \times 24 \times 24$ мм внедрялся цилиндрический штамп с плоским основанием до разрушения [4]. При внедрении цилиндрического штампа имеет место объемно-напряженное состояние, что позволяет в первом приближении использовать результаты как для сравнительной оценки различных деформационных процессов, протекающих в условиях всестороннего сжатия, так и для сравнительной оценки прочностных характеристик пород.

Направление разрушения (НР) для 66 образцов сопоставлялось с различными физико-механическими параметрами. Как и ожидалось, наблюдается слабая связь между НР и направлением максимальных значений $v_{p, \max}$ ¹. Для образцов, у которых направление разрушения совпадает с условной осью X , лишь у 25% $v_{p, \max}$ параллельно этому направлению. Аналогично для образцов, у которых НР совпадает с осью Y , лишь у 32% образцов в этом же направлении скорость максимальна.

Направление разрушения не зависит также от состава породы. При одном и том же составе, но разном возрасте НР в плоскости разрушения имеют азимуты от 0 до 180°.

Сопоставление НР с направлением древнего магнитного поля эпохи образования пород выявило четкую связь между этими параметрами. Направление магнитного поля было установлено по палеомагнитным данным на основе измерений остаточной намагниченности для конкретного образца.²

¹ Если $v_{p, \max}$ определяется из числа измерений по трем взаимно-перпендикулярным направлениям.

² Образцы любезно были предоставлены А. К. Караханяном (Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм. ССР). Направление I_r , репрезентативность эпохи образования установлены им же. Пользуясь возможностью, авторы выражают глубокую благодарность за предоставленную коллекцию.

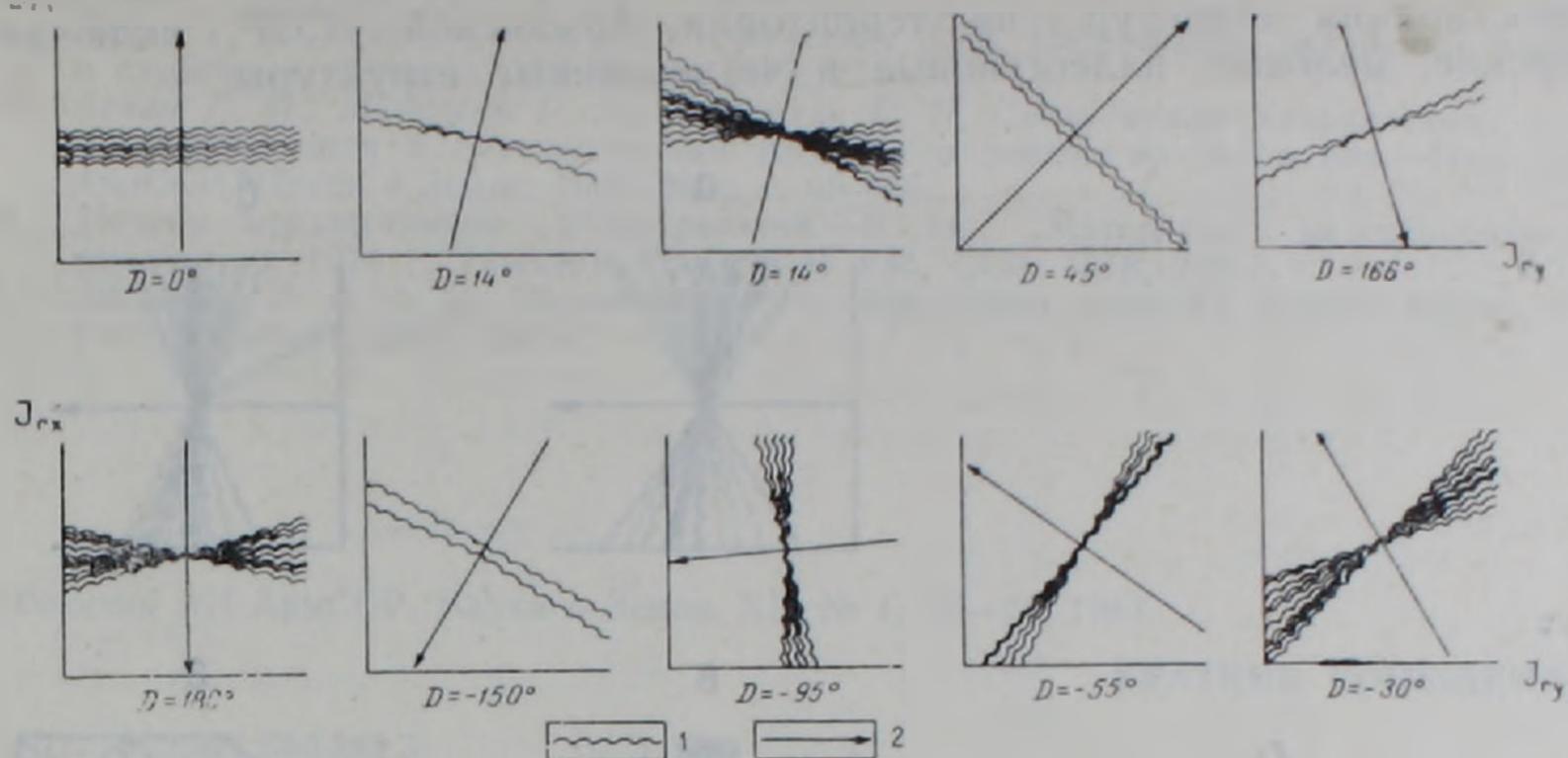


Рис. 1. Направление разрушения пород при внедрении цилиндрического штампа. 1—линия разрушения; 2—направление намагниченности. D —азимут намагниченности.

На рис. 1 для пород различного состава и возраста приведены линии разрушения и азимуты направления намагниченности. При испытании ориентация образцов относительно магнитного меридиана была произвольной. Направление древнего магнитного поля N_g эпохи образования пород определялось по составляющим остаточной намагниченности в плоскости внедрения штампа. Стрелками указан азимут N_g , а волнистыми линиями—НР. Из рассмотрения в горизонтальной плоскости НР относительно азимута N_g следует, что НР перпендикулярно проекции направления N_g на эту плоскость (рис. 2 и 3). Для 61 образца угол между НР и азимутом древнего магнитного поля в плоскости внедрения штампа составил 88° . Для 5-ти образцов, у которых повторные измерения показали нестабильность намагниченности, рассматриваемый угол изменялся до 160° .

Установленная впервые закономерность нарушения сплошности пород относительно направления намагниченности эпохи их образования позволяет высказать предположение о наличии в породах магнитной «слоистости». Последняя представляется как система расположения минералов и их цементации в плоскостях, параллельных или перпендикулярных направлению остаточной намагниченности пород, репрезентативной возрасту образования (рис. 3г).

При возникновении ориентационной и термоостаточной намагниченности образуются ориентированные структуры, обусловленные перераспределением внутренних напряжений в кристаллах и их ориентацией относительно направления магнитного поля Земли. В этом случае магнитная «слоистость» должна обуславливать анизотропию петрофизических свойств, в том числе скоростей распространения упругих волн. В направлении магнитного поля для магматических пород скорость v_p должна иметь максимальное значение, а в перпендикулярном—минимальное. Для осадочных пород—наоборот. Для наиболее молодых пород, как, например, четвертичных туфов (рис. 3), такая связь проявляется четко, т. е. в горизонтальной плоскости по направлению азимута N_g скорость v_p минимальна. Плоскости магнитной «слоистости» являются потенциально легкими плоскостями образования трещин и нарушения сплошности породы.

Рассмотрим некоторые аспекты установленного явления. Из анализа процессов возникновения тектонических структур следует, что азимуты простирания должны быть направлены перпендикулярно проекции N_g на горизонтальную плоскость. Такая закономер-

ность была получена в работе [2] при рассмотрении азимутов простирания структур на территории Армянской ССР, включая юрские, меловые, палеогеновые и четвертичные структуры.

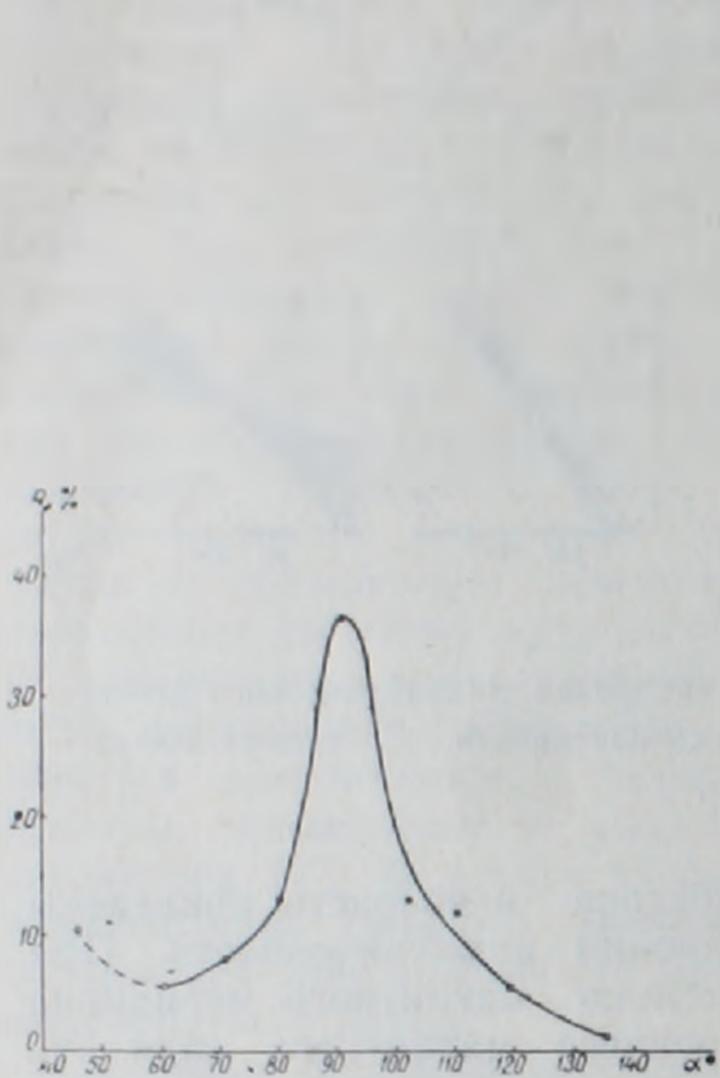


Рис. 2 Гистограмма распределения угла α между направлениями разрушения и остаточной намагниченности I_r в плоскости внедрения штампа.

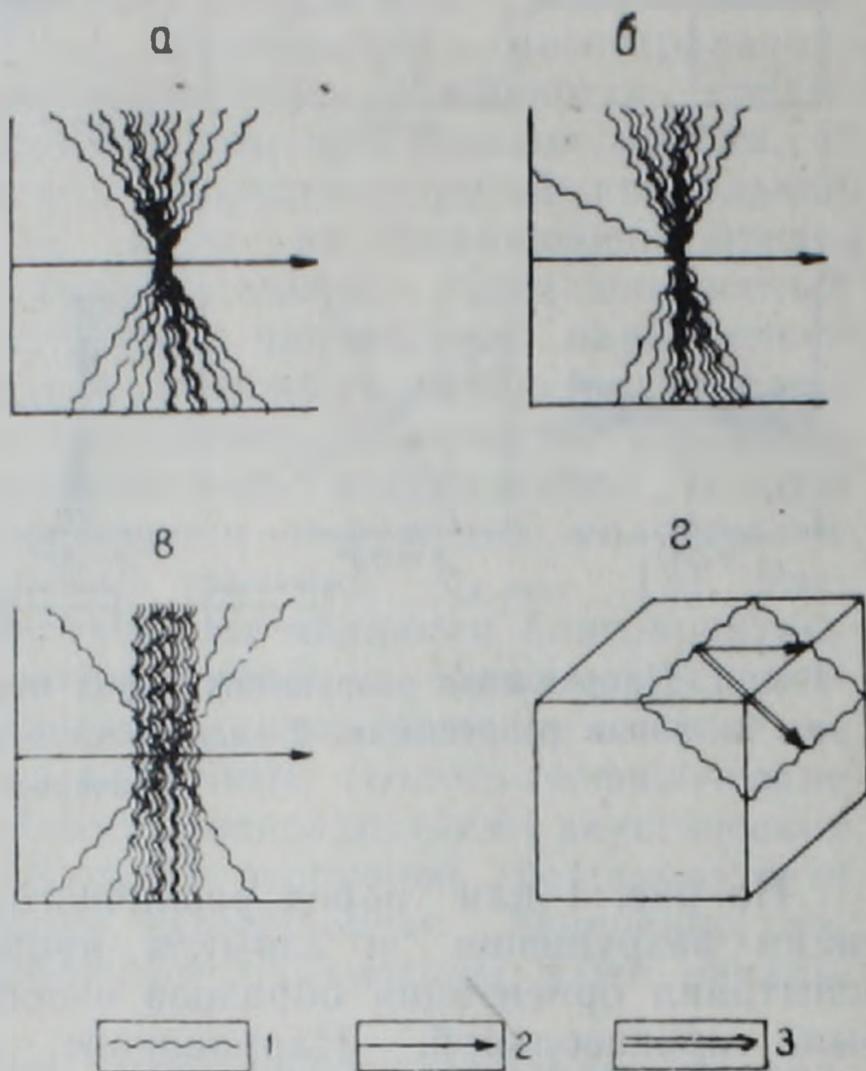


Рис. 3 Соотношение между направлениями разрушения и минимальной скоростью для фельзитов и четвертичных туфов Армении. 1—направление разрушения; 2—направление минимальной скорости; 3—направление древнего магнитного поля (I_r или $v_{p, \text{max}}$). а и б—фельзиты Ноемберянского района с разной пористостью; в—четвертичные туфы Восточного потока Арагаца; г—схема направлений разрушения, минимальной скорости в горизонтальной плоскости и первичной остаточной намагниченности (древнего магнитного поля).

При естественном изношении речных и морских галек максимальные изношения должны быть в плоскостях, параллельных направлению остаточной намагниченности. Для 17 галек магматического происхождения из 19, отобранных из различных речных русел Армении, направление I_r совпадает с длинной осью галек. Азимут колеблется в пределах $\pm 15^\circ$, а угол наклонения не превышает 30° .

Таким образом, установленная в породах магнитная «слоистость» предопределяет плоскость нарушения сплошности породы при объемно-напряженном состоянии. Разрушение породы происходит по плоскостям, параллельным или перпендикулярным направлению естественной остаточной намагниченности пород, репрезентативной древнему магнитному полю эпохи их образования. Таким образом, в породах имеются плоскости магнитной слоистости, которые при объемно-напряженном состоянии могут являться потенциально благоприятными направлениями образования трещиноватости и нарушения сплошности. В процессе рудообразования наиболее вероятными рудовмещающими зонами должны служить плоскости, параллельные или перпендикулярные направлению намагниченности рудовмещающих пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авчян Г. М., Матвеевко А. А., Стефанкевич З. Б. Петрофизика осадочных пород в глубинных условиях. М.: Недра, 1979, 224 с.
2. Авчян Г. М., Маркосян Г. Г., Назаретян С. П. Связь между направлением геомагнитного поля и геоструктурами Армении в период их заложения.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, № 6, с. 49—55.
3. Поиски предвестников землетрясений.—В кн.: Материалы международного симпозиума 1974 г. Ташкент: Изд. ФАН Узб. ССР, 1978, 262 с.
4. Шрейнер Л. А. и др. Механические и абразивные свойства горных пород. М.: Гостоптехиздат, 1958, 158 с.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL, № 1, 67—71, 1987

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

УДК: 552.321:550.382.5

В. В. НАГАПЕТЯН

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЯЗКОЙ ОСТАТОЧНОЙ НАМАГНИЧЕННОСТИ ОБРАЗЦОВ ГОРНЫХ ПОРОД АРМЯНСКОЙ ССР ПОД ДЕЙСТВИЕМ ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ

Вязкая остаточная намагниченность VRM является наиболее распространенным видом остаточной намагниченности как в магматических, так и в метаморфических и осадочных породах.

При проведении лабораторных испытаний образцов горных пород из ряда сейсмоактивных районов Армянской ССР и, в первую очередь, интрузивных пород Зангезурского полигона было установлено, что образцы обладают свойством приобретать вязкую остаточную намагниченность J_{rv} , которая является одним из основных компонентов остаточной намагниченности. В связи с этим нами были проведены исследования по изучению вязкой остаточной намагниченности, в частности, на интрузивных породах эпицентральной зоны Зангезурского землетрясения 1968 г. [2]. Исследования проводились под давлением в температурном интервале 0—300°C, на образцах горных пород Лениканского, Гарнийского и Зангезурского районов.

Изучались образцы интрузивных пород—гранодиориты, кварцевые диориты, габбро, порфириты Зангезурского района, андезиты, андезито-базальты Гарнийского и Лениканского районов. Измерения величины J_{rv} выполнены с помощью феррозондовых дифференциальных магнитометров с системой линейных и кольцевых датчиков-модуляторов [3]. Вязкая остаточная намагниченность создавалась в магнитном поле $H=4 \cdot 10^2$ А/м как при одноосном сжатии образца, так и без давления. Ось сжатия направлена параллельно магнитному полю ($P \parallel H$). Исследовано 30 образцов горных пород.

1. Исследование $J_{rv}(t)$ в присутствии постоянно действующего напряжения заданной величины.

1) Эксперимент проводился следующим образом. После размагничивания образца переменным полем амплитудой $480 \cdot 10^2$ А/м, плавно убывающей до 0 в течение 5 с, образец помещался в установку для давлений. Вязкая намагниченность создавалась в постоянном поле $4 \cdot 10^2$ А/м в течение 60 минут.

2) Образец вынимался из установки, размагничивался и опять помещался в установку. При скомпенсированном поле накладывалось давление (одноосное) 30 мПа и далее включалось постоянное намагничивающее поле. Измерения проводились в течение 60 минут; в момент измерения поле отключалось на время около 2 с.

3) Образец снова вынимался из установки, размагничивался